

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
24. Oktober 2002 (24.10.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/083471 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B60T 8/00** 102 08 125.5 26. Februar 2002 (26.02.2002) DB

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/03602 (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG** [DE/DE]; Guerickestrasse 7, 60488 Frankfurt/Main (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum: 2. April 2002 (02.04.2002) (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BURKHARD, Dieter** [DE/DE]; Im Schiessgraben 20, 55411 Bingen-Büdelheim (DE). **MAHLO, Rüdiger** [DE/DE]; Wiesbadener Str. 168, 61462 Königstein (DE). **KALFF, Matthias** [DE/DE]; Feldbergblick 7, 65527 Niedernhausen (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

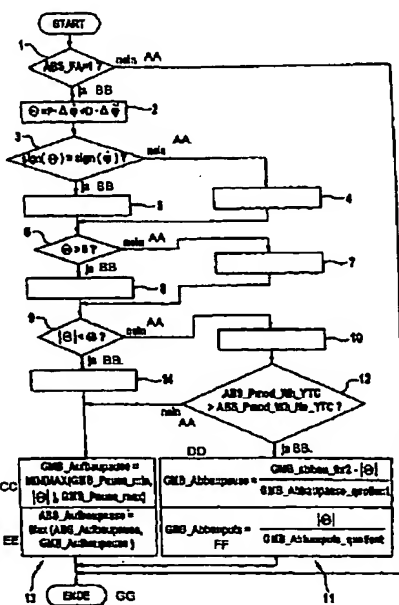
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität: 101 17 997.9 10. April 2001 (10.04.2001) DE (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ELECTRONICALLY PROGRAMMABLE METHOD FOR IMPROVING THE CONTROL BEHAVIOUR OF AN ANTI-LOCK BRAKING CONTROL SYSTEM

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR VERBESSERUNG DES REGELVERHALTENS EINES BLOCKIERSCHUTZREGELUNGSSYSTEMS E PROGRAMMABLE



(57) Abstract: The invention relates to a method for improving an anti-lock braking control system, in particular for improving the driving stability during braking on laterally different adhesion coefficients. According to the method, a desired yaw rate is determined using at least one steering-angle signal of a steering-angle sensor and an actual yaw rate is determined using at least one yaw rate sensor and the instability is evaluated using a variable, which is used for a qualitative and quantitative judgement of a deviation between the actual yaw rate and the desired yaw rate. Both a yaw rate deviation and the temporal derivation of the yaw rate deviation are used to determine said variable.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verbesserung eines Blockierschutzregelungssystems, insbesondere zur Verbesserung der Fahrstabilität beim Einbremsen auf seitenweise unterschiedlichen Kraftschlußbeiwerten. Demnach wird unter Verwendung wenigstens eines Lenkwinkelsignals eines Lenkwinkelsensors eine Wunschgierrate ermittelt und unter Verwendung wenigstens eines Drehratensensors eine Istgierrate ermittelt, und die Instabilität anhand einer Kenngröße bewertet, die zur qualitativen und zur quantitativen Beurteilung einer Abweichung zwischen Istgierrate und Wunschgierrate dient. Dabei wird sowohl eine Gierratenabweichung als auch die zeitliche Ableitung der Gierratenabweichung zur Ermittlung des Kenngröße herangezogen.

WO 02/083471 A1

AA...NO
BB...YES
CC...GMB inc pulse = MIN (MAX(GMB pulse min, |G|), GMB pulse max)
DD...GMB dec pulse = GMB dec pulse - |G|
EE...ABS inc pulse = MAX (ABS inc pulse, GMB inc pulse)
FF...gmb dec pulse = GMB dec pulse quotient
GG...END

BEST AVAILABLE COPY

$$\begin{aligned} & \text{AA_NO} \\ & \text{BB_YES} \\ & \text{CC_GMB inc pause} = \text{MIN}(\text{MAX}(\text{GMB pause min}, \{0\}), \text{GMB pause} \\ & \quad \text{max}) \\ & \text{DD_GMB dec pause} = \frac{\text{GMB dec thr2} - \{0\}}{\text{GMB dec pause quotient}} \\ & \text{EE_ABS inc pause} = \text{Max}(\text{ABS inc pause}, \text{GMB inc pause}) \\ & \text{FF_gmb dec pulse} = \frac{\{0\}}{\text{GMB dec pulse quotient}} \\ & \text{GG_END} \end{aligned}$$



(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

VERFAHREN ZUR VERBESSERUNG DES REGELVERHALTENS EINES BLOCKIERSCHUTZREGELUNGS-
SYSTEMS E PROGRAMMABLE

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verbesserung eines Blockierschutzregelungssystems, insbesondere zur Verbesserung der Fahrstabilität beim Einbremsen auf seitenweise unterschiedlichen Kraftschlußbeiwerten.

Bei grundsätzlich bekannten Regelverfahren wird das Raddrehverhalten gemessen und zur Ermittlung des Radschlupfs und zur Bremsdruckmodulation herangezogen. Bei radindividueller Regelung (Individualregelung, Einzelradregelung) von Fahrzeugrädern wird der Bremsdruck jedes Rades unabhängig von dem Drehverhalten der übrigen Räder geregelt. Mit dieser Vorgehensweise sind zwar geringe Bremswege erreichbar, aber beispielsweise auf Fahrbahnen mit seitenweise geteilter Reibsituation (μ -Split) kann ein Giermoment um eine Fahrzeughochachse entstehen, dessen Ausgleich vom Fahrzeugführer aktives Gegenlenken erfordert, um eine unerwünschte Fahrtrichtungsänderung zu vermeiden. Nicht alle Fahrzeugführer sehen sich in der Lage, ein überraschend gierendes Fahrzeug in der Spur zu halten.

Um ein Giermoment infolge Bremsung bei seitenweise unterschiedlichen Kraftschlußbeiwerten zu verringern, ist eine sogenannte Giermomentaufbauverzögerung (GMA) bekannt geworden, welche an einem Vorderrad, das auf der Fahrbahnseite mit dem größeren Kraftschlußbeiwert läuft (High-Rad), zu einem zeitlich verzögerten Druckaufbau in der Radbremse führt
(Fahrsicherheitssysteme, 2. Auflage 1998, Vieweg, S. 53 ff.)

BESTÄTIGUNGSKOPIE

- 2 -

Bei Fahrzeugen mit weniger kritischem Fahrverhalten wird der Bremsdruck am High-Rad in Stufen aufgebaut, sobald das Low-Rad infolge einer Blockiertendenz einen ersten Druckabbau erfährt. Wenn der Bremsdruck des High-Rades sein Blockierniveau erreicht, hat, wird er nicht mehr von den Signalen des Low-Rades beeinflusst, sondern individuell geregelt. Erst dann wird an diesem Rad die mögliche Bremskraft ausgenutzt.

Bei Fahrzeugen mit besonders kritischem Fahrverhalten (geringer Radstand, geringes Trägheitsmoment, geringe Hinterachs-Aufstandskräfte) wird nach einem Druckabbau und nachfolgendem Druckaufbau am Low-Rad auch ein Druckaufbau am High-Rad vorgenommen, wobei die Druckaufbaupausenzeiten um einen bestimmten Faktor länger sind, als beim Low-Rad.

Die bekannte Giermomentenaufbauverzögerung (GMA) erfordert eine aufwändige Anpassung an das betreffende Fahrzeug, um einen Kompromiß zwischen Lenkverhalten und Bremsweg zu erreichen. Die GMA ist mit dem Nachteil behaftet, daß das Bremspotential nicht vollständig ausgeschöpft wird. Denn das High-Rad wird pauschal stark unterbremst.

Aus der DE 42 08 141 C2 ist ein Antiblockierregelsystem für Kraftfahrzeuge bekannt, welches Signale einer Giersensorik verarbeitet. Das bekannte ABS-System ermittelt die Gierwinkelbeschleunigung des Fahrzeugs und paßt das Schlupfverhältnis zwischen linken und rechten Rädern so an, daß die Gierwinkelbeschleunigung verringert wird. Das System ist verbesserungswürdig, weil nicht alle Fahrsituationen berücksichtigt werden.

- 3 -

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Nachteile des Standes der Technik zu vermeiden. Das Bremspotential der Fahrzeugräder, insbesondere des High-Rades soll besser ausgenutzt werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Es wird das Raddrehverhalten gemessen und zur Ermittlung des Radschlupfs und zur Bremsdruckmodulation herangezogen, wobei die Fahrstabilität unter Verwendung wenigstens eines Lenkwinkelsensors zur Messung eines Lenkwunschs und unter Verwendung wenigstens eines Drehratensensors zur Messung des Fahrzeuggiervershaltens bestimmt und anhand einer Kenngröße Θ bewertet wird, die zur qualitativen und zur quantitativen Beurteilung einer Abweichung zwischen Istgierrate ω_{ist} und Wunschgierrate ω_{LW} unter Verwendung der gemessenen Istgierrate ω_{ist} , und unter Verwendung einer gemessenen Wunschgierrate ω_{LW} und unter Verwendung der zeitlichen Ableitung der Differenz zwischen Istgierrate ω_{ist} und Wunschgierrate ω_{LW} ermittelt wird.

Vorteile der Erfindung

Erfindungsgemäß wird zur Giermomentenbeeinflussung die Druckmodulation insbesondere während einem ABS-Regeleingriff in Abhängigkeit von einer die Fahrstabilität charakterisierenden Kenngröße Θ vorgenommen. Eine Berücksichtigung der Kenngröße im Teilbremsbereich - außerhalb von ABS-Regelzyklen - ist möglich.

Die Erfindung ermöglicht eine adaptive Gestaltung der Antiblockier-Druckmodulation mit Giermomentenbeeinflussung in Abhängigkeit von dem Grad der Instabilität. Der zur Verfügung stehende Kraftschlußbeiwert wird besser ausgenutzt weil nach ei

- 4 -

Druckabbau keine pauschal, um einen bestimmten Koeffizienten, vergrößerte Druckaufbaupausenzeiten an dem High-Rad vorgesehen werden. Es erfolgt bei geringen Bremswegen eine effektive Giermomentenbeeinflussung.

Weitere Einzelheiten der Erfindung gehen aus Unteransprüchen im Zusammenhang mit der Beschreibung und der beigefügten Zeichnung hervor. In der Zeichnung zeigt:

Zeichnung

Fig. 1 ein Flußdiagramm einer Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 2 Signalverläufe ω_{ist} , ω_{LW} , $\Delta\omega$, $\Delta\dot{\omega}$ und Kenngröße Θ in Abhängigkeit von der Zeit t ,

Fig. 3 Signalverläufe ω_{ist} , ω_{LW} , $\Delta\omega$, $\Delta\dot{\omega}$, Kenngröße Θ sowie Druckverläufe p_{VL} , p_{VR} jeweils in Abhängigkeit von der Zeit t , und

Fig. 4 eine maximal zulässige Druckdifferenz an Radbremsen der Vorderachse in Abhängigkeit von einer Gierrate ω_{ist} .

Beschreibung eines Ausführungsbeispiels

Nachfolgend wird der Verfahrensablauf anhand eines Flußdiagramms gemäß Fig. 1 schematisch erläutert. Der Vorgang beginnt, wenn gemäß einem bei 1 genannten Kriterium ($ABS_FA=1$) an wenigstens einem Rad der Fahrzeugvorderachse ein ABS-Regeleingriff aktiv ist. Wenn dies nicht zutrifft, wird die Prozedur abgebrochen. Gemäß 2 wird die Kenngröße Θ - nachfolgend auch Stabilitätsindex genannt - gebildet. In die Kenngröße Θ geht sowohl die Gierratenabweichung $\Delta\omega$ als auch die Beschleunigungsabweichung $\Delta\dot{\omega}$ (zeitliche Ableitung der Gierratenabweichung) ein.

- 5 -

Ein Vergleich 3 der Vorzeichen von Kenngröße Θ und Gierratenabweichung $\Delta\omega$ lässt erkennen, ob bei ungleichen Vorzeichen eine (ggf. vom Fahrer noch beherrschbare) Untersteuertendenz 4 vorliegt, die durch Druckaufbaumodifikation 13 bekämpfbar ist, oder ob bei übereinstimmenden Vorzeichen eine kritischere Übersteuertendenz 5 des Fahrzeugs vorliegt, welche eine Druckabbau-modifikation 11 erfordert.

In einem nachfolgenden Schritt 6 (Fig. 1) wird anhand der Kenngröße Θ (Stabilitätsindex) das Rad der Vorderachse festgelegt, an dem eine Giermomentenbeeinflussung vorgenommen wird. Für $\Theta < 0$ erfolgt ein Eingriff an dem rechten Vorderrad 7, während für $\Theta > 0$ ein Eingriff an dem linken Vorderrad 8 eingeleitet wird. Bei 9 wird der Betrag der Kenngröße Θ als Schwelle herangezogen, um die Stabilität des aktuellen Fahrzustands zu kennzeichnen. Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel liegt für Kenngrößen $\Theta > 40$ ein instabiler Fahrzustand 10 vor, welcher Druckabbau-modifikationen 11 an dem identifizierten Hochreibwert-Vorderrad erfordert. Das Fahrzeug (d.h.

$|\Theta| > Y_{sens_pdec_thr1} = 40$). Das Fahrzeug kann für $\Theta > 40$ nicht durch Druckaufbaumodifikation stabilisiert werden. In dieser Phase wird an einem Vorderrad eine stabilisierende Druckabbau-modifikation 11 vorgenommen.

Bei instabilem Fahrzeug wird die Dauer eines Druckabbaupuls (GMB_Abbaupuls oder auch PDEC_PULSE) und die Dauer einer Druckabbaupause (GMB_Abbaupause oder auch PDEC_PAUSE) zwischen benachbarten Druckabbaupulsen folgendermaßen berechnet:

- 6 -

$$PDEC_PULSE = \frac{|\Theta|}{Ysens_pdec_pulse_quotient(8)}$$

$$PDEC_PAUSE = \frac{Ysens_pdec_thr2 - |\Theta|}{Ysens_pdec_pause_quotient(8)}$$

In den obigen Gleichungen ist die Kenngröße Θ variabel, während die übrigen Größen feststehen. Die Einsteuerung der ermittelten Dauer forciert den Druckabbau am Hochreibwertrrad und reduziert dadurch unerwünschte Giertendenzen. Eine GMB-Abbaupause ($\text{Min}(\text{GMB_Abbaupause})$) ist mindestens 5 Loop lang. Diese Mindestabbaupause ist notwendig, um die Reaktion des Fahrzeugs auf den gegebenen Puls zu erhalten. Befindet sich das Fahrzeug wieder im stabilen Bereich, so kann eine Druckaufbaumodifikation 13 vorgenommen werden, um die Bremsleistung zu verbessern.

Aus Plausibilitätsgründen wird eine Druckabbaumodifikation nur vorgenommen, wenn ein Vergleich 12 ergibt, daß der auf Basis eines Druckmodells aus radindividuellen Schlupfwerten ermittelte Radbremsdruck an dem für die Giermomentenbeeinflussung vorgesehenen Fahrzeuggrad größer ist, als der ermittelte Radbremsdruck (Modelldruck) an dem gegenüberliegenden Fahrzeuggrad. Wenn diese Plausibilitätsbedingung nicht erfüllt ist, wird in eine Druckaufbaumodifikation 13 gewechselt, die generell bei stabilem Fahrzeug 14 vorgesehen ist. Innerhalb der Druckaufbaumodifikation 13 wird unabhängig voneinander eine Aufbaupause (ABS_Aufbaupause) auf Grundlage des Druckmodells unter Berücksichtigung des Radschlupfzustands, sowie eine Aufbaupause (GMB_Aufbaupause) auf Grundlage der Giermomentenbeeinflussung unter Berücksichtigung des Kennwertes Θ ermittelt. Die ermittelten Pausenzeiten werden verglichen, und die längere Pausen-

- 7 -

zeit wird eingesteuert. Die minimal eingesteuerte Aufbaupause ($GMB_Aufbaupause_min$) beträgt grundsätzlich etwa 2-3 Loop, das heißt je nach interner Taktzeit zwischen etwa 14-30 ms. Nur zu Beginn der Regelung wird bei großen Gierraten ($>10^\circ/s$) eine Mindestpause von 7 Loop eingestellt. Diese besondere Mindestpause soll in Kurven von Anfang an höhere Stabilität gewährleisten. Der Algorithmus endet nach der Ermittlung der notwendigen Druckmodifikation, und es erfolgt ggf. eine erneute Berechnungsschleife.

Die Fig. 2 verdeutlicht Fahrzeuginstabilität infolge eines Bremsvorgangs anhand von Signalverläufen. Im oberen Teil ist eine am Lenkrad gemessene Wunschgierrate ω_{LW} im Verhältnis zur gemessenen Istgierrate ω_{ist} dargestellt. Zum Zeitpunkt t_1 wird das Fahrzeug instabil und zeigt Giertendenz (bricht aus). Wie zu ersehen ist, geschieht dies unabhängig von dem Fahrerwillen (ω_{LW}), weil keine Lenkwinkeländerung eingesteuert wird. Bis zum Zeitpunkt t_2 steigt die Gierrate ω_{ist} an, um bis zum Zeitpunkt t_3 infolge eines zum Zeitpunkt t_4 eingeleiteten Gegenlenkens abzufallen. Ab t_4 ändert das Fahrzeug die Gierrichtung. Der mittlere Teil der Fig. 2 verdeutlicht die Abweichung zwischen Istgierrate ω_{ist} und Wunschgierrate ω_{LW} (mit anderen Worten die Gierratenabweichung $\Delta\omega$) sowie die zeitliche Ableitung dieser Abweichung (Beschleunigungsabweichung $\Delta\dot{\omega}$). Die Kennwertbildung beruht im wesentlichen auf geometrischer Addition. Der untere Teil der Fig. 2 zeigt exemplarisch eine aus den Meßwerten ermittelte Kenngröße (Stabilitätsindex) Θ , welche die Gierratenabweichung $\Delta\omega$ und die Beschleunigungsabweichung $\Delta\dot{\omega}$ anhand der fahrzeugspezifisch einstellbaren Koeffizienten P und D gewichtet. Dadurch wird ein PD-Regler gebildet, und die Kenngröße

- 8 -

Θ kann zur Stabilisierung herangezogen werden. Nur in dem Zeitraum zwischen t_5 und t_6 gilt das Fahrzeug als instabil, weil die Kenngröße Θ den Wert 40 überschreitet.

Grundsätzlich unterscheidet man abhängig vom ABS-Regelungszustand des Fahrzeuges innerhalb der Giermomentenbeeinflussung (GMB) verschiedene Szenarien mit Druckaufbauphasen und Druckabbauphasen unterschieden.

Bei einseitiger ABS-Regelung werden asymmetrische Reibwertunterschiede angenommen, durch die unterschiedliche Bremskräfte abgesetzt werden können. Die unterschiedlichen Kräfte induzieren ein Giermoment um die Hochachse. Auf die Instabilität wird mit hoher Sensibilität reagiert, um dem Fahrer die Möglichkeit zu geben, durch leichte Lenkmanöver zu reagieren. Zunächst gelangt das Low-Rad in die ABS-Regelung. Das Fahrzeug durchläuft zunächst eine erste stabilisierende Phase. Innerhalb dieser Phase wird durch das Einstellen einer bestimmten Druckdifferenz an der Vorderachse, abhängig vom „Ist“-Gierratenniveau, und wenn die Ausbildung einer ersten, kritischen Gierratenamplitude verhindert. In der Fig. 4 ist die maximal zulässige Druckdifferenz in Abhängigkeit von der Ist-Gierrate ($Y_{sens_fpd_press_diff}$) unter der Bedingung dargestellt, daß $\dot{\omega}$ einen Absolutwert von $6^\circ/s^2$ überschreitet. Mit steigender Gierrate $\dot{\omega}$ bis zu etwa $10^\circ/s$, erfolgt eine lineare Verringerung der maximal zulässigen Druckdifferenz an der Vorderachse. Ab etwa $10^\circ/s$ bleibt die zulässige Druckdifferenz konstant mit etwa 15 bar, wobei dieser Wert in Abhängigkeit von dem Fahrzeug, der gewünschten Abstimmung und auch Toleranzen überschritten oder unterschritten werden kann.

- 9 -

Die beschriebene Gierratenabhängigkeit berücksichtigt die stärkere Instabilitätsneigung von Fahrzeugen, die schon vor Regelungsbeginn eine Gierrate ω (beispielsweise infolge Spurwechsel oder Kurvenfahrt) aufweisen. Eine Schwingung des Fahrzeuges um die Hochachse wird durch Druckmodulation am Vorderrad der Hochreibwertseite gedämpft und die Gierratenabweichung $\Delta\omega$ angemessen erhöht. Dadurch erhält der Fahrer Gelegenheit, gegenzulenken. Am Hochreibwertrad kann die Bremskraft so lange erhöht werden, bis auch dieses Rad sein Blockierdruckniveau erreicht und in die ABS-Regelung eintritt.

Die Fig. 3 verdeutlicht anhand eines anfangs einseitigen ABS-Regeleingriffs infolge Niedrigreibwert am linken Vorderrad die erfindungsgemäße Giermomentenbeeinflussung anhand der Verläufe von Wunschgierrate ω_{LW} , Istgierrate ω_{Ist} , Kenngröße Θ sowie der zugehörigen Druckverläufe an dem High-Rad p_{VR} und dem Low-Rad p_{VL} . Weil das Vorzeichen der Kenngröße Θ im Punkt a negativ ist, wird die GMB an dem rechten Vorderrad (High-Rad) mit einem Druckabbau aktiv. Wie die Druckverläufe erkennen lassen, werden an dem Low-Rad radschlupfbedingte Druckabbauzyklen b eingesteuert. Zum Abbau der entstehenden Druckdifferenz werden an dem High-Rad Druckabbauzyklen c vorgenommen. Dieser Druckabbau berücksichtigt die Istgierrate ω_{Ist} , wie dies aus Fig. 4 hervorgeht. Die nachfolgenden Druckaufbau- und Druckabbauzyklen gehen auf ein Zusammenwirken von Kennwert und Schlupfschwellen zurück. Zum Zeitpunkt t_0 befinden sich beide Räder der Vorderachse in der ABS-Regelung.

Ein absinkender Kennwert Θ zwischen den Zeitpunkten t_1 und t_2 verdeutlicht eine gewissermaßen schleichende Instabilitätstendenz des Fahrzeugs. Auf diesen Zustand wird erfindungsgemäß innerhalb der GMB mit Variation (Verlängerung) der Druckaufbau-

- 10 -

pausen d, e und f am High-Rad reagiert. Wenn der Kennwert Θ zum Zeitpunkt t_2 sein Minimum erreicht, liegt ersichtlich eine besonders lange Druckaufbaupause f vor. Nach einem weiteren Druckaufbau g schließt sich dann ein im wesentlichen rad-schlupfbedingter Druckabbau h an. Im übrigen lassen die Druckverläufe p_{VR} und p_{VL} die im Verlauf der ABS-Regelzyklen wachsende Druckdifferenz zwischen den beiden Radbremsen der Vorderachse erkennen, die eine verbesserte Bremswirkung erlaubt.

Die vorliegende Erfindung erlaubt die Erkennung von stabilen und instabilen Phasen wesentlich sicherer, da der Gierratensensor und der Lenkwinkelsensor Signale liefern, anhand derer ein präziser Soll-Ist-Abgleich möglich ist.

Es sind kürzere Bremswege auf μ -split Fahrbahnen realisierbar, da die stabile Phasen innerhalb des ABS besser ausgenutzt werden. Ein weiterer Vorteil ist der Stabilitätsgewinn bei Kurvenbremsungen, da durch Druckmodulation an den kurveninneren Rädern das Fahrzeug die Spurtreue beibehält. Übersteuerungstendenzen wird dadurch vermieden.

Sehr instabilen Situationen innerhalb einer ABS-Regelung wird vorgebeugt und ein Ausbrechen des Fahrzeuges verhindert, so dass ESP-Eingriffe innerhalb der ABS-Regelung weitgehend vermieden werden.

Die Kenngröße (Stabilitätsindex) Θ ist ein zentraler Punkt der Erfindung. Durch den aus der Gierratenabweichung $\Delta\omega$ und der Beschleunigungsabweichung $\Delta\dot{\omega}$ gebildeten Stabilitätsindex ist es innerhalb der ABS-Regelung möglich, Instabilitätstendenzen

- 11 -

des Fahrzeuges frühzeitig zu erkennen und in Verbindung mit der beschriebenen GMB entsprechend zu reagieren. Es liegt eine geschlossene Regelung vor, im Gegensatz zu einer überlagerten ESP- Regelung, welche die ABS-Regelung jeweils kurzzeitig unterbricht.

Die Auswertungen haben gezeigt, dass der Kennwert Θ Fahrzeugzustände (Übersteuern, Untersteuern) plausibel abbildet. Dieses Ergebnis eröffnet die Möglichkeit, die Erfindung in der beschriebenen oder in abgewandelter Form für weitere Bereiche und Einsatzbedingungen von elektronischen Fahrzeugregelsystemen (z. B. ABS, ESP, ESBS, EMB), insbesondere für den Teilbremsbereich, zu verwenden. Es versteht sich, daß bei einer Adaption für den Teilbremsbereich der Schritt 1 in Fig. 1 (ABS_FA=1) nicht abgefragt wird.

Es bleibt schließlich darauf hinzuweisen, daß alle genannten Zahlenwerte exemplarisch zu verstehen sind, und daß jeweils ein oberer und ein unterer Toleranzbereich zur Anpassung an den jeweiligen Fahrzeugtyp besteht, ohne den Kern der Erfindung zu verlassen.

- 12 -

Bezugszeichenliste

ω_{ist}	(Ist)Gierrate
ω_{LW}	Wunschgierrate
$\Delta\omega$	Gierratenabweichung
$\Delta\dot{\omega}$	(Gierraten)Beschleunigungsabweichung
Θ	Kennwert (Stabilitätsindex)
p_{VL}, p_{VR}	Radbremsdruck vorne rechts, vorne links
t	Zeit
P, D	Koeffizienten
a	Punkt
b	Druckabbauzyklen
c, h	Druckabbauzyklen
d, e, f, g	Druckaufbaupausen
1	Schritt
2	Schritt
3	Vergleich
4	Untersteuertendenz
5	Übersteuertendenz
6	Schritt
7	rechtes Vorderrad
8	linkes Vorderrad
9	Schritt
10	instabiler Fahrzustand
11	Druckabbauomodifikation
12	Vergleich
13	Druckaufbaumodifikation
14	stabiles Fahrzeug

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verbesserung eines Blockierschutzregelungssystems, insbesondere zur Verbesserung der Fahrstabilität beim Einbremsen auf seitenweise unterschiedlichen Kraftschlußbeiwerten (Giermomentenbeeinflussung, GMB), bei dem das Raddrehverhalten gemessen und zur Ermittlung des Radschlupfs und zur Bremsdruckmodulation herangezogen wird, wobei die Fahrstabilität unter Verwendung wenigstens eines Lenkwinkelsignals eines Lenkwinkelsensors zur Ermittlung einer Wunschgierrate (ω_{LW}) und unter Verwendung wenigstens eines Drehratensensors zur Messung einer Istgierrate (ω_{Ist}) bestimmt und anhand einer Kenngröße (Θ) bewertet wird, die zur qualitativen und zur quantitativen Beurteilung einer Abweichung zwischen Istgierrate (ω_{Ist}) und Wunschgierrate (ω_{LW}) unter Verwendung der gemessenen Istgierrate (ω_{Ist}), und unter Verwendung einer gemessenen Wunschgierrate (ω_{LW}) und unter Verwendung der zeitlichen Ableitung der Abweichung ($\Delta\dot{\omega}$) zwischen Istgierrate (ω_{Ist}) und Wunschgierrate (ω_{LW}) ermittelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kenngröße (Θ) nach der Formel $\Theta = P \cdot \Delta\omega + D \cdot \Delta\dot{\omega}$ mit $\Delta\omega = \omega_{Ist} - \omega_{LW}$ (Gierratenabweichung) und $\Delta\dot{\omega} = \Delta\omega \frac{\delta}{\delta t}$ (Beschleunigungsabweichung) sowie mit P, D als fahrzeugspezifische Koeffizienten ermittelt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Fahrverhalten anhand des Betrags der Kenngröße (Θ)

- 14 -

in einen stabilen oder in einen instabilen Bereich unterschieden wird, und angibt, wie stark das Fahrzeug übersteuert oder untersteuert, wobei bei stabilem Fahrzeug zur Druckaufbaumodifikation (13) am High-Rad eine Modifikation der Pausenzeit (GMB_Aufbaupause) zwischen jeweils benachbarten Druckaufbaupulsen vorgenommen wird, und daß bei instabilem Fahrzeug eine Druckabbaumodifikation (11) unter Modifikation der Druckabbaupulslänge (GMB_Abbaupuls) oder eine Modifikation einer Pausenzeit (GMB_Abbaupause) zwischen jeweils benachbarten Druckabbaupulsen vorgenommen wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch **gekennzeichnet**, daß bei stabilem Fahrzeug an dem High-Rad eine Druckaufbaumodifikation (13) mit einer Pausenzeit (GMB_Aufbaupause) auf Grundlage der Kenngröße (Θ) zur Charakterisierung der Fahrstabilität (Θ) und eine Pausenzeit (ABS_Aufbaupause) auf Grundlage des Radschlupfs ermittelt wird, daß die ermittelten Pausenzeiten miteinander verglichen werden, und daß die längere der ermittelten Pausenzeiten ($\text{Max}(\text{ABS_Aufbaupause}, \text{GMB_Aufbaupause})$) für die Druckmodulation am High-Rad herangezogen wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch **gekennzeichnet**, daß bei instabilem Fahrzeug an dem High-Rad eine Druckabbaumodifikation (11) mit einer Pausenzeit zwischen benachbarten Druckabbaupulsen (GMB_Abbaupause) und/oder eine Druckabbaupulslänge (GMB_Abbaupuls) auf Grundlage der Kenngröße (Θ) ermittelt und für die Druckmodulation herangezogen wird.

- 15 -

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Pausenzeit (GMB_Abbaupause) nach der Formel $GMB_Abbaupause = GMB_Abbau_thr2 - |\Theta| / GMB_Abbaupause_quotient$ ermittelt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Druckabbaupulslänge (GMB_Abbaupuls) nach der Formel $GMB_Abbaupuls = |\Theta| / GMB_Abbaupuls_quotient$ ermittelt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 3, 5, 6, 7, dadurch **gekennzeichnet**, daß bei instabilem Fahrzeug an dem High-Rad eine Modifikation des Druckabbaus nicht vorgenommen wird, und daß eine Modifikation des Druckaufbaus erfolgt, wenn der nach einem Druckmodell ermittelte Radbremsdruck (Pmod_Wh_YTC) an dem High-Rad geringer ist, als der nach dem Druckmodell ermittelte Radbremsdruck (Pmod_Wh_No_YTC) an dem Low-Rad.
9. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch **gekennzeichnet**, daß für Kenngrößen $(\Theta) \leq 40$ an dem High-Rad eine Druckaufbaumodulation (13) für einen stabilen Fahrzustand erfolgt, und daß für Kenngrößen (Θ) etwa ≥ 40 eine Druckabbaumodulation (11) für einen instabilen Fahrzustand vorgenommen wird.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Richtung der Instabilität (Übersteuertendenz/Untersteuertendenz) durch Vergleich der Vorzeichen von Kenngröße (Θ) und Gierratenabweichung $(\Delta\omega)$ ermittelt wird, und daß übereinstimmende Vorzeichen eine

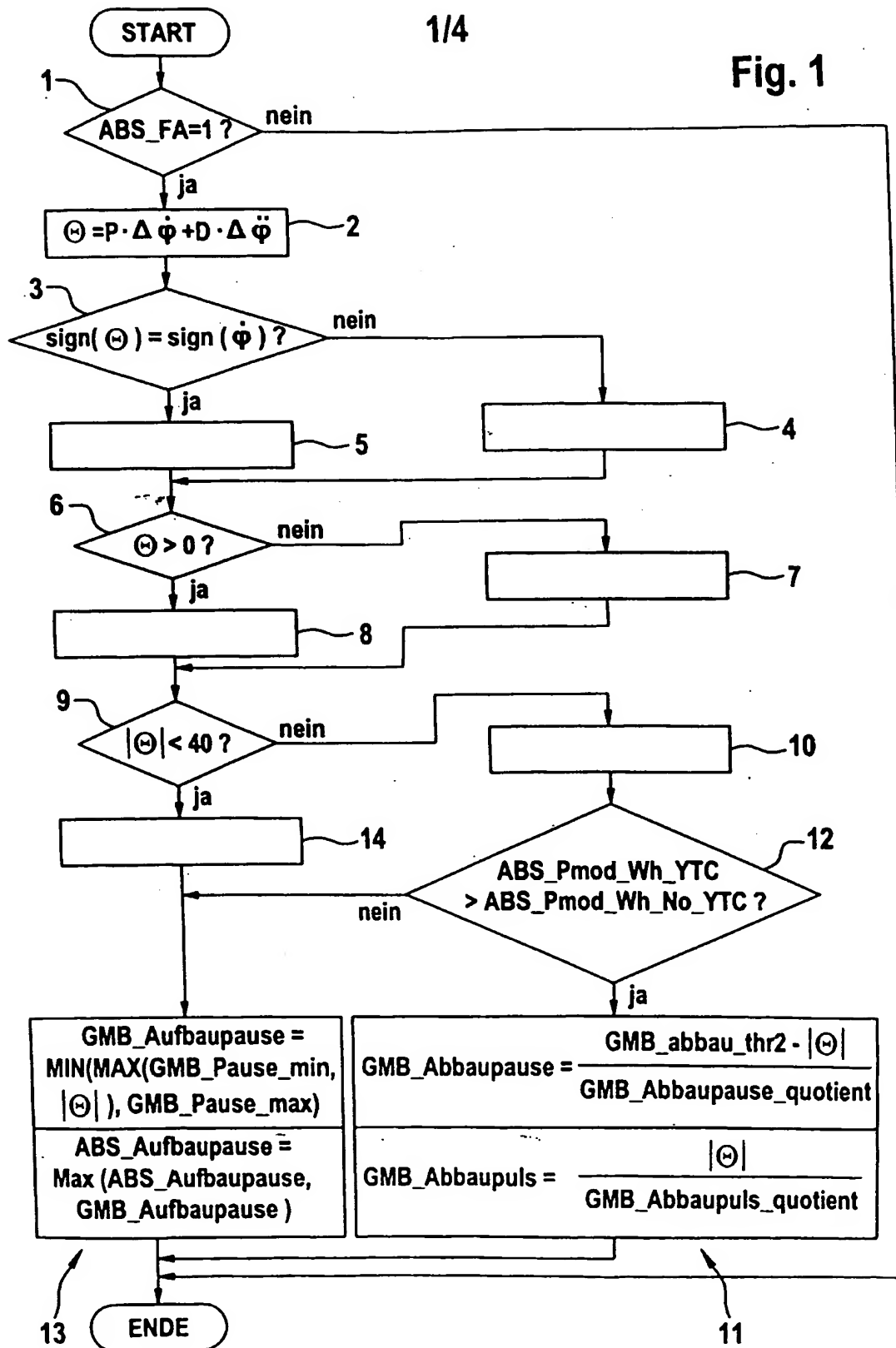
- 16 -

Übersteuertendenz signalisieren, und daß unterschiedliche Vorzeichen eine Untersteuertendenz signalisieren.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß das für die Giermomentenbeeinflussung vorgesehene Fahrzeugrad durch das Vorzeichen der Kenngröße (Θ) ermittelt wird, und daß ein positives Vorzeichen eine Giermomentenbeeinflussung am linken Vorderrad (VL) bewirkt, und daß ein negatives Vorzeichen eine Giermomentenbeeinflussung am rechten Vorderrad (VR) bewirkt.

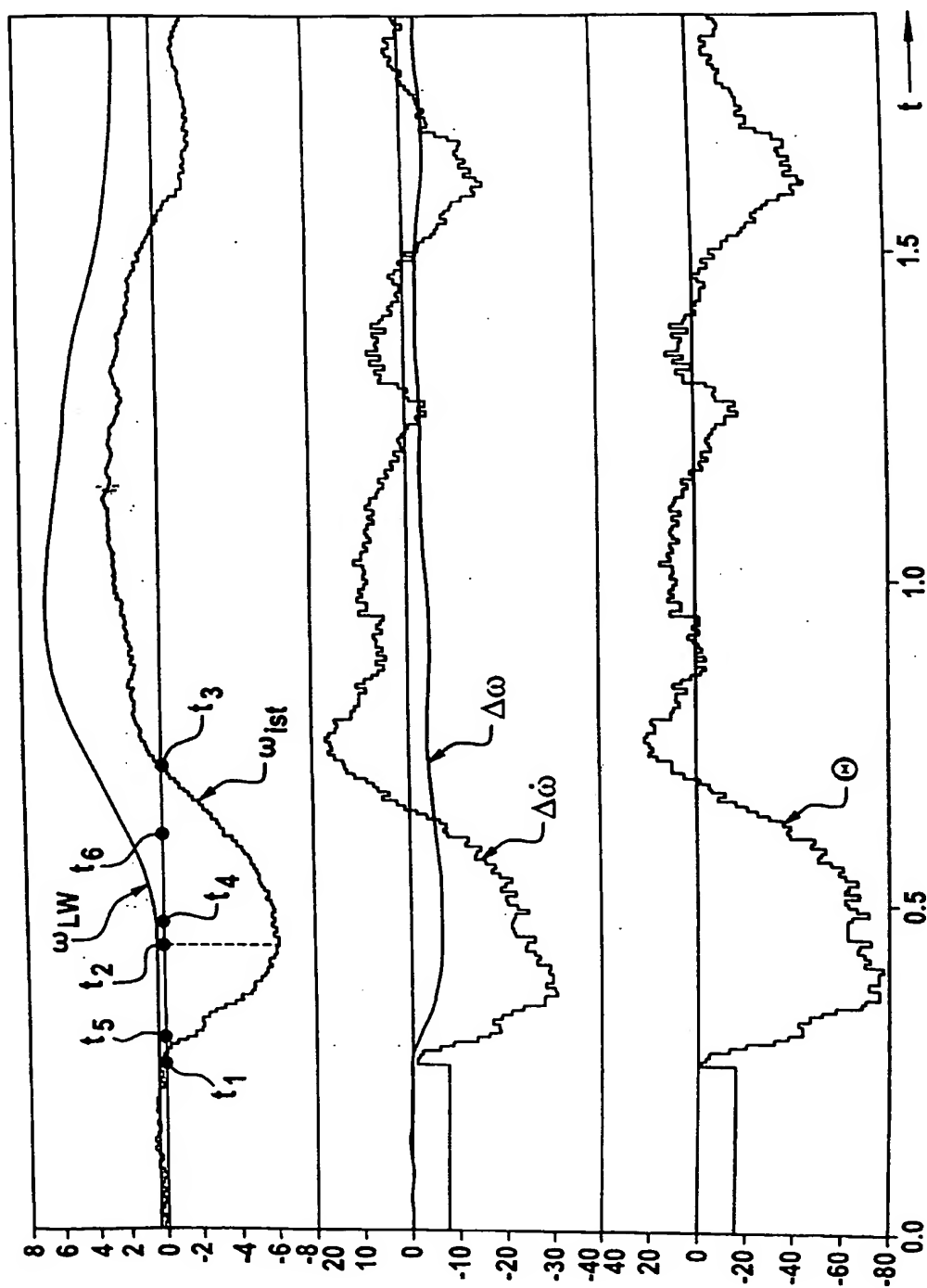
1/4

Fig. 1



2/4

Fig. 2



3/4

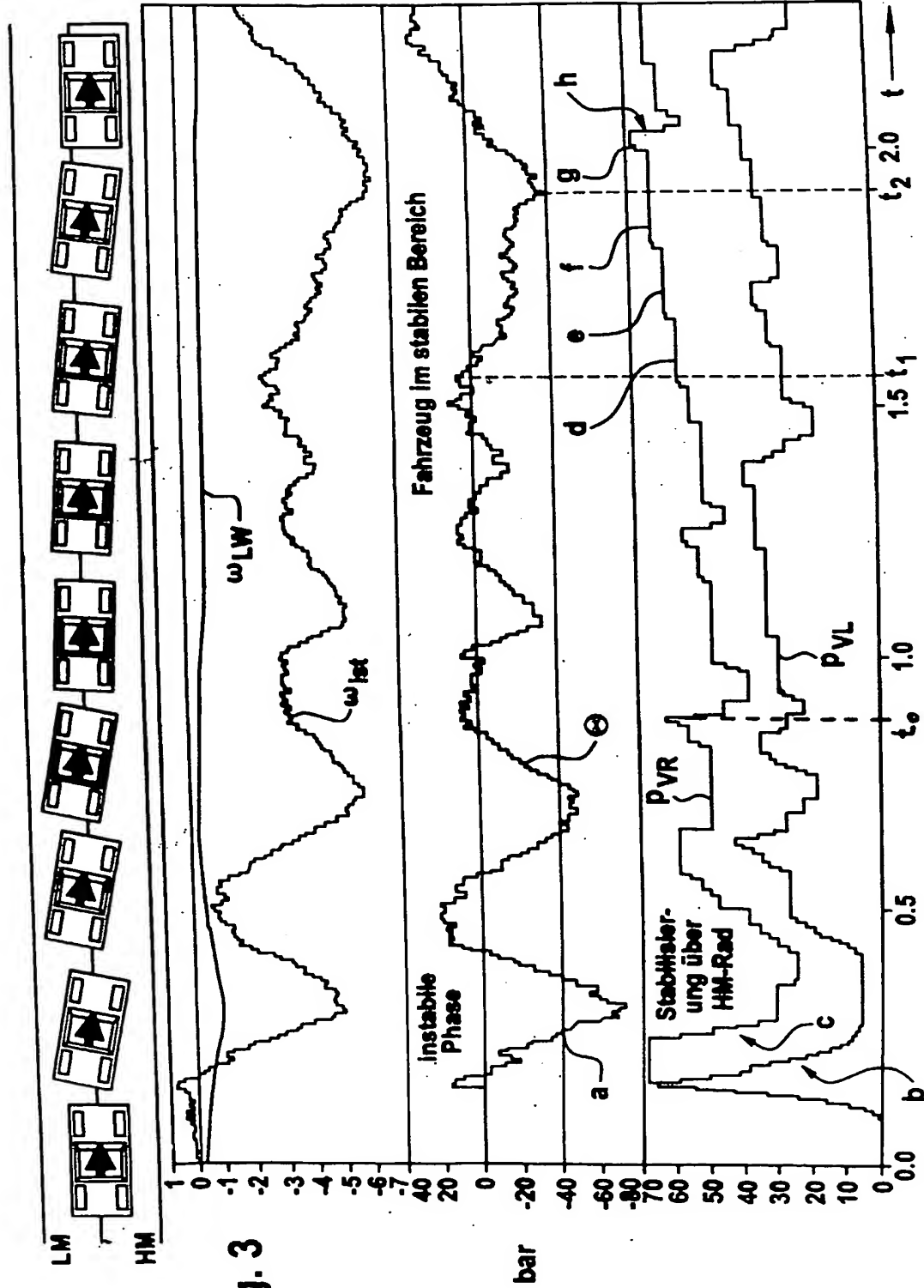
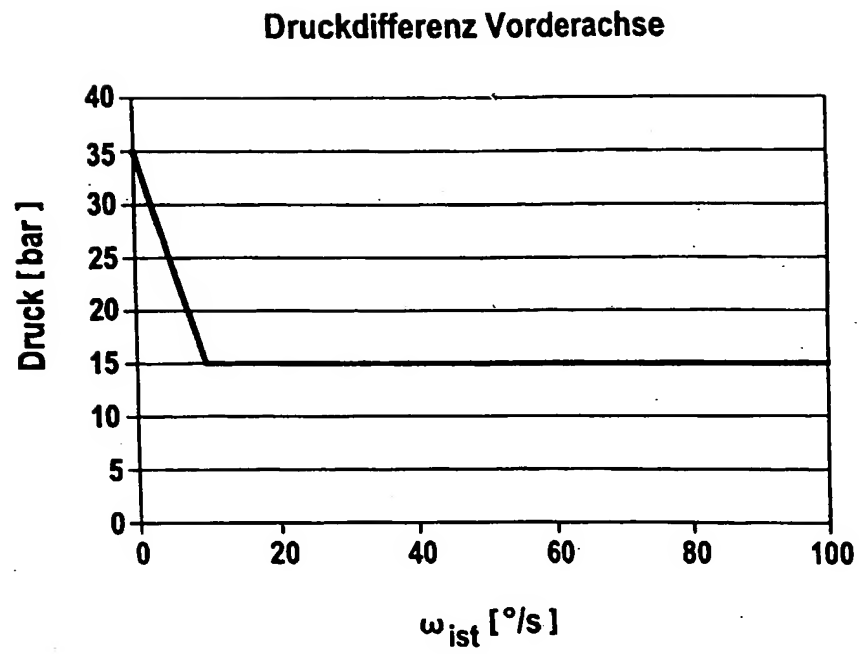


Fig. 3

4/4

Fig. 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/EP 02/03602

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B60T8/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B60T

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 197 07 106 A (BOSCH GMBH ROBERT)	1,2
Y	2 October 1997 (1997-10-02)	10
A	* Das ganze Dokument *	3-9
Y	US 5 341 297 A (ZOMOTOR ADAM ET AL)	10
A	23 August 1994 (1994-08-23) claim 3	11

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 July 2002

Date of mailing of the international search report

29/07/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Colonna, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 02/03602

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19707106	A	02-10-1997	DE 19707106 A1	02-10-1997
			JP 10006966 A	13-01-1998
			US 5934769 A	10-08-1999
<hr/>				
US 5341297	A	23-08-1994	DE 4123235 C1	26-11-1992
			FR 2678880 A1	15-01-1993
			GB 2257762 A ,B	20-01-1993
			IT 1254410 B	14-09-1995
			JP 2717480 B2	18-02-1998
			JP 6099800 A	12-04-1994
<hr/>				

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/03602

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 B60T8/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B60T

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 197 07 106 A (BOSCH GMBH ROBERT) 2. Oktober 1997 (1997-10-02)	1,2
Y	* Das ganze Dokument *	10
A		3-9
Y	US 5 341 297 A (ZOMOTOR ADAM ET AL) 23. August 1994 (1994-08-23)	10
A	Anspruch 3	11



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

22. Juli 2002

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

29/07/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Colonna, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung

in, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/03602

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19707106 A	02-10-1997	DE 19707106 A1	02-10-1997
		JP 10006966 A	13-01-1998
		US 5934769 A	10-08-1999
US 5341297 A	23-08-1994	DE 4123235 C1	26-11-1992
		FR 2678880 A1	15-01-1993
		GB 2257762 A ,B	20-01-1993
		IT 1254410 B	14-09-1995
		JP 2717480 B2	18-02-1998
		JP 6099800 A	12-04-1994

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.